Aus der konservierenden Abteilung der zahnärzlichen Universitäts-klinik zu Würzburg.
Vorstand: Prof. Dr. J. Münch.
Direktor: Prof. Dr. P. Wustrow.

# Beitrag zur Histologie der sogenannten Schmelzsporne.

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

der

BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER ZAHNHEILKUNDE

vorgelegt von

**Franz Krüsselmann**
**Zahnarzt aus Bersenbrück.**

1931

Druck von Gebrüder Memminger Würzburg.

Angenommen
von der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg
und mit Genehmigung der Fakultät gedruckt.

Referent:
Professor Dr. J. Münch.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0052

Man findet in der Literatur so mannigfache Abhandlungen über anormale Bildung von Hartsubstanzen des menschlichen Zahnes, über deren Histogenese man oft gestritten hat und noch streitet. Als solche Anomalien kennen wir Zementauswüchse, die Perizementosen und Zementexostosen, dann anormale Dentinbildungen, die Dentikel, und schließlich auch Schmelzablagerungen außerhalb des Bereiches der normalen Kronenschmelzkappe, die alle Anlaß zu verschiedenen Untersuchungen gegeben haben. Anormale Schmelzbildungen finden sich hauptsächlich an den Prämolaren und Molaren. Dies ist ohne weiteres verständlich, wenn man an den Entwicklungsgang mehrwurzeliger Zähne denkt, der doch viel komplizierter ist als bei einwurzeligen, und der infolgedessen auch eher eine Disposition für Anomalien abgibt. Wir kennen solche Anomalien der Schmelzbildung als Schmelzperlen, Schmelztropfen und dann auch als dornartige Fortsätze des Kronenschmelzes, als sogenannte Schmelzsporne.

Der Sitz der Schmelzperlen ist fast immer an der Bifurkationsfurche der Wurzeln und zwar in der Nähe der Schmelzkappe. Wie schon erwähnt, besteht über die Entstehung der verschiedenen Anomalien noch keine endgültige Klarheit; so wird auch die Genese der Schmelzperlen von verschiedenen Autoren verschieden erklärt. Schlenker z. B. nimmt an, daß sie der Anlage zwerghafter Zähnchen entstammen, während Baume sie für Divertikel des Molarenkeims hält. Nach Wedl sollen es Seitensprossen des Zahnkeimes sein, und Walkhoff führt ihre Genese auf eine Odontoblastenaussprengung zurück.

Der sogen. Schmelzsporn, der bisher weniger Anlaß zu genaueren Untersuchungen war, wird zum ersten Male erwähnt und beschrieben von de Jonge-Cohen in ihrer Arbeit „Die Kronenwurzelgrenze der unteren Zähne". Bevor ich auf Genese und Histologie näher eingehe, will ich kurz das Wesen der echten Sporne erklären.

Unter Schmelzsporn versteht man eine zur Wurzelspitze gerichtete, dornartige Konvexität der Kronenschmelzkappe. Wie die erste Aufnahme zeigt, liegt der Sporn mit breiter Basis der Schmelzkappe an und verläuft dann, sich bis zur Feinheit einer Nadelspitze verjüngend, in die Bifurkation der

Wurzeln; daraus geht schon hervor, daß man ihn nur an mehrwurzeligen Zähnen finden kann, also an Prämolaren und vor allem an Molaren. Es sei auch kurz erwähnt, daß Fälle beobachtet sind, bei denen der Sporn nicht spitz ausläuft, sondern

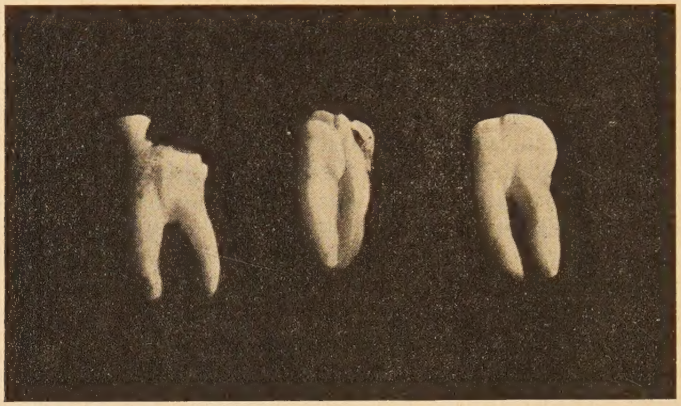

Abb. I. Zähne, die mit einem Schmelzsporn behaftet sind.

sich in eine kleine Perle auflöst; oder bei denen sich ganz in der Nähe der Spitze des Spornes eine kleine Perle finden läßt. Auch ich habe einen solchen Fall in dem Material der hiesigen Klinik gefunden. — Baume betrachtet übrigens gerade den Umstand, daß eine Schmelzperle sozusagen durch eine Brükke mit dem Kronenschmelz in Verbindung steht, als einen Beweis dafür, daß die Perlen Divertikel des Molarenschmelzkeimes darstellen. Immerhin läßt diese Tatsche die Vermutung aufkommen, daß die Entwicklung der Schmelzsporne mit der der Perlen, wenn auch nicht gerade identisch, so doch mindestens ähnlich ist. — Im allgemeinen verliert sich aber die Spitze des Spornes im Niveau des Zementes. Nach Weski sollen sich an dieser Stelle auch manchmal kleine Foramina finden, die sich in vivo dentis auf vorhandene Weichteilgewebe zurückführen lassen. Der Schmelzglanz und seine Erhabenheit gegenüber dem Wurzelzement lassen den Sporn leicht erkennen. Angesichts der Tatsache, daß man ihn, ebenso wie die Schmelzperle, an Stellen findet, an denen normalerweise kein Schmelz mehr gebildet wird, stellt er eine Anomalie dar und bedarf als solche einer Erklärung. Diese Erklärung ist dann gegeben, wenn wir die Entstehung der Anomalie aus den normalen Entwicklungsgesetzen abgeleitet haben.

Betrachten wir hierzu den Entwicklungsgang der menschlichen Zähne; besonders interessiert uns für unser Thema in diesem Falle die Entwicklung der mehrwurzeligen Backenzähne. Im glockenförmigen Stadium der Entwicklung des Zahnkeims kann man schon die verschiedenen Zahntypen von einander unterscheiden. Zu dieser Zeit wachsen nämlich die Ränder des Schmelzorganes, ungefähr der Form der späteren Wurzeln entsprechend, in die Tiefe. Das Gewebe des Schmelzorganes erfährt zugleich auch eine Differenzierung in 4 Zellschichten: Das äußere Schmelzepithel, die Schmelzpulpa, das sog. stratum intermedium und das innere Schmelzepithel, das sich später zu Ameloblasten auswächst und den Schmelz anlagert. Wir müssen uns nun die Frage stellen: Wie kommt es, daß nur bis zu einer bestimmten Grenze Schmelz gebildet wird, obwohl doch das innere und das äußere Schmelzepithel als Hertwig'sche Scheide bis zur Wurzelspitze vordringen, d. h. wodurch wird normal die Schmelz-Zementgrenze endgültig festgelegt? Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß diese Grenze nicht in einer Ebene liegt und daß sie — je nach dem Zahntypus — auch verschiedenartig verläuft. Als krasses Beispiel hierfür wollen wir die Schmelz-Zementgrenze der einwurzeligen Zähne, besonders der Incisivi, betrachten. Auf der labialen und lingualen bzw. palatinalen Fläche finden wir eine stark konvexe Schmelzlinie, während die approximalen, sowohl mesial wie distal eine konkave Linie zeigen. „So ist die Sachlage, wenn die Verhältnisse noch vollkommen normal, wenn also weder Kronen noch Wurzeln in einer oder der anderen Richtung differenziert sind; sobald aber die Struktur der Wurzeln modifiziert wird — es braucht dabei noch nicht einmal zur vollständigen Spaltung kommen —, macht sich konstant auch eine typische Änderung in dem Verlauf der Schmelzlinie bemerkbar." (de Jonge - Cohen). Das ist schon ein sicheres Zeichen, daß die Wurzelbildung bei der Formgestaltung der Schmelz-Zementgrenze eine große Rolle spielt. Fälschlich aber glauben de Jonge-Cohen auch, daß die interdentale Papille als wichtiger Faktor dabei fungiert. Nach ihrer Ansicht ist dort, wo die Kronenflächen mit Schleimhaut bedeckt sind, das Vorhandensein einer Schmelzbekleidung des Zahnes überflüssig. Damit wäre also die Schmelzlinie von Form und Größe der interdentalen Papille zum Teil abhängig. Da nun aber die Schmelzbildung das primäre ist, müßte nach dem Durchbruch des Zahnes an den betreffenden Stellen des Zahnhalses ein regressiver Entwicklungsvorgang eintreten,

der den angelagerten Schmelz wieder abbaut, weil sonst die Papille am Zahnhals nicht den nötigen Halt finden würde. In Wirklichkeit scheint die Beziehung des Zahnschmelzes und der Papille zueinander umgekehrt zu sein, daß nämlich Form und Gestalt der Papille durch den Verlauf der Schmelzlinie bedingt sind. Letztere ist einzig und allein durch die Formation des Schmelzorganes bestimmt. Dieses Organ hat zu gleicher Zeit eine doppelte Funktion: 1. es reizt die Pulpenoberfläche zur Dentinbildung, 2. es sorgt für eine Schmelzablagerung. Wie kommt es nun, daß diese beiden Vorgänge sich bei den menschlichen Zähnen nur an den später extraalveolären Abschnitten abspielen, während an der Zahnwurzel nur der erste Vorgang vonstatten geht? Die Dentinbildung erfolgt doch hier auf gleiche Weise.

Es ist ja schon oben erwähnt, daß nach Abschluß der Entwicklung der Zahnkrone die Ränder des Schmelzorganes in die Tiefe wachsen und die Papillenoberfläche zur Bereitstellung von Odontoblasten veranlassen, ohne aber später Schmelz zu bilden. Der Grund dafür ist: Es fehlt der Epithelscheide das stratum intermedium, das seinerseits dem inneren Schmelzepithel die Fähigkeit gibt, sich zu Ameloblasten auszuwachsen.

Ein besonderes Augenmerk wollen wir im folgenden auf die Entwicklung der Molarenwurzeln richten, weil doch der Schmelzsporn offensichtlich hier nur als Folge der komplizierteren Entwicklungsvorgänge anzusehen ist. Mit dem Tiefenwachstum der Epithelscheide wird die Papille des Molarenkeimes durch mehrere Epithelsporne — entsprechend der Zahl der späteren Zahnwurzeln — zerklüftet. Diese Sporne gehen von der Epithelscheide aus und wachsen direkt in die Papille hinein, um sich in der Mitte der späteren Bifurkationsstelle zu treffen. Es ist selbstverständlich, daß die Sporne normalerweise — ebenso wie die Epithelscheide, der sie ja entstammen — eine zweiblättrige Formation darstellen; das innere Schmelzepithel der Sporne veranlaßt also genau wie die Epithelscheide an seinen Berührungsflächen mit der Papille nur eine Dentinbildung. Damit ist dann die Zahl der Wurzeln bestimmt und zugleich auch der Boden der Pulpenkammer fixiert. Ich will nun zunächst nachzuweisen versuchen, daß es gerade an diesen Stellen zur Schmelzbildung, d. h. zur Entwicklung eines Schmelzspornes kommen kann.

de Jonge-Cohen sagen, „daß im allgemeinen sich bei den mehrwurzeligen Zähnen — einerlei ob nun dieser Zustand der

Mehrwurzeligkeit als normal oder als Abweichung, als progressive Variation, zu betrachten ist — der Schmelz zwischen den beiden Wurzeln nach unten hin fortsetzt als dasjenige, was wir Schmelzsporn nennen können." Es ist ja Tatsache, daß die Molaren und vor allem die Sechsjahrmolaren fast regelmäßig über der Bifurkationsfurche zackenartige Vorsprünge zeigen, „welche die ursprünglich konvexe Schmelzlinie in zwei mehr oder weniger konkave Hälften zerteilt." Meine Untersuchung soll aber nicht diesen zackenartigen Vorsprüngen der Schmelzkappe gelten, die wir als normal bezeichnen, weil man sie sich ohne weiteres als Folge einer seichten Einziehung des Schmelzorganes erklären kann, sondern vielmehr jenen echten Schmelzspornen, die bis in die Bifurkationsstelle, d. h. bis unter die Pulpenkammer verlaufen. Diese Sporne stellen fraglos echte Anomalien dar und sind stets ein Charakteristikum der interradikulären Furchen. Weshalb gerade die buccale Molarenfläche von dieser Anomalie bevorzugt wird, werde ich später zu erklären versuchen. Man findet sie übrigens auch an den anderen Seitenflächen der Molaren, doch nie in so ausgeprägtem Maße. Wie kann es nun in der Bifurkation zur Schmelzbildung kommen, da doch hier normalerweise der wichtigste Faktor, das stratum intermedium, fehlt?

Nach Weski und Contreras sind die Zellen der weitmaschigen Schmelzpulpa und die des stratum intermedium nichts anderes als Deckzellen, d. h. rete Malpighi; ebenso bleiben die beiden Schmelzepithelien stets Basalzellen, d. h. stratum germinativum. „Warum sollte dieses nun nicht, wie früher innerhalb des Mundepithels, jetzt nach ihrer Versenkung in das Bindegewebe ihre cytoplastische Funktion weiter ausüben? Jedenfalls ist nicht zu leugnen, daß das stratum intermedium in den ersten Stadien der Zahnentwicklung in demselben Tempo wie das dasselbe einschließende stratum germinativum, also die Basalzellen, an Flächenausbreitung, und zwar doch offenbar nur auf dem Wege des Zellenzuwachses gewinnt. Daß das stratum intermedium als rete Malpighi selbständige Vermehrungspotenz zeigen sollte, würde durchaus den Vorstellungen vom Charakter eines mehrschichtigen Epithels widersprechen." — Nach Hertz und Kollmann soll allerdings das rete Malpighi in einer begrenzten embryonalen Periode ein selbständiges Wachstum unzweifelhaft besitzen. — Man könnte sich eventuell also wohl vorstellen, daß in einem der Epithelzapfen, welche die Bildung der Wurzeln bewirken, über die normale Schmelzgrenze hinaus stratum intermedium ge-

bildet wird. Ist es wirklich der Fall, so wachsen sich an diesen Stellen natürlich die inneren Schmelzepithelien zu Ameloblasten aus und lagern Schmelz ab. Aber warum sollte gerade in diesen Epithelspornen noch stratum intermedium gebildet werden, während die übrigen Teile der Epithelscheide, die an den Außenflächen der späteren Wurzel in die Tiefe wachsen, eine rein zweiblättrige Formation bleiben? Man könnte vielleicht dafür als Grund anführen, daß gerade diese Epithelsporne durch den Papillendruck oder durch spezielle Wachstumsenergie zur cytoplastischen Tätigkit, d. h. zur Bildung von stratum intermedium gereizt würden; aber diese Theorie zu beweisen, wird nicht sehr einfach sein. Und wenn Prof. Weski an Zufallsbefunden stratum intermedium in den Epithelspornen festgestellt hat, so braucht es nicht neu entstanden sein, sondern es liegt die andere Möglichkeit viel näher, daß es mit dem Epithelzapfen in die Tiefe gezogen ist.

Diese Entwicklungsmöglichkeit scheint mir auch einleuchtender zu sein; wir brauchen nur daran zu denken, daß doch auch die zackenartigen Vorsprünge, die de Jonge-Cohen als Charakteristikum der Wurzelbildung beschrieben haben und die wir auch an fast sämtlichen mehrwurzeligen Zähnen finden können, auf dieser Tatsache beruhen. Wenn wir diesen Befund noch als normal bezeichnen, warum sollte nicht in anormalen Fällen das stratum intermedium ganz mit in die Bifurkation eingezogen sein, nachdem es vielleicht sogar an der Seitenfläche des Molarenkeimes infolge der Zugwirkung durch die Wachstumsenergie des Epithelzapfen abgerissen ist? Dann ist die Bildung eines Schmelzspornes die natürliche Folge. Auf diese zweite Möglichkeit lassen auch die Befunde an vollentwickelten Molaren, die mit einem Schmelzsporn behaftet sind, schließen. Gestalt und Form der Sporne sprechen hierfür; denn je tiefer die Einziehung und Furchung bei der Wurzelentwicklung war, desto schmaler und dünner erscheint die Schmelzablagerung. Die Tatsache, daß der Sporn in den meisten Fällen, wie schon erwähnt, auf der buccalen Zahnfläche am ausgeprägtesten in Erscheinung tritt, spricht nach meinem Dafürhalten auch für diese letztere Entwicklungsmöglichkeit; denn die Molaren sind auf dieser Seite mehr gewölbt, und infolgedessen ist der Übergang in die Bifurkatio im allgemeinen nicht so plötzlich, d. h. daß das stratum intermedium sich hier leichter mitziehen läßt. Außerdem scheint gerade auf den buccalen Zahnflächen die ameloblastische Tendenz des stratum intermedium intensiver zu sein, was man aus der stärkeren

Schmelzablagerung an den vestibulären Zahnseiten entnehmen kann. Als wichtigste Anhaltspunkte für die zweite Entwicklungsmöglichkeit der Sporne betrachte ich aber die mikroskopischen Befunde an Längsschliffen des Zahnes und des Schmelzspornes, auf die ich später zurückkommen will.

Zu welcher Theorie der Wurzelbildung man sich auch bekennen mag, ob die Epithelscheide (Eidmann) oder der Pulpenwulst (Walkhoff) bei der Formgestaltung die führende Rolle spielt, die Entwicklung des Schmelzspornes ist in beiden Fällen möglich; denn der Epithelscheide fällt in jedem Falle dieselbe Aufgabe zu, ob sie nun selbständig in die Tiefe wächst oder den vom Pulpenwulst vorgeschriebenen Weg einschlägt. Nach den Untersuchungen Weski's wird nämlich immer der Pulpenkammerboden durch das Zusammenwachsen der Epithelsporne fixiert.

Abb. 2. Mikroaufnahme einer winzigen Schmelzbildung in der Mitte der Bifurkatio, die im folgenden beschrieben wird.

Einen Zufallsbefund, wie ihn obenstehende Mikroaufnahme zeigt, will ich hier kurz beschreiben. An der tiefsten Stelle der Bifurkation, also in der Mitte unter dem Pulpenkavum, er-

kennt man eine winzige Schmelzbildung von ziemlich normaler Struktur. Die Retzius'schen Streifen verlaufen, was auch selbstverständlich ist, hier nicht parallel zur Dentingrenze, sondern zur Schmelzoberfläche. Der Prismenbau am Rande erscheint etwas unregelmäßig. Weski erklärt den Entwicklungsgang solcher Schmelzbildungen folgendermaßen: An einem Schnitt durch einen Molarenkeim beobachtete er ein kleines Epithelwärzchen, das von dem Epithelzapfen aus in das Pulpenbindegewebe hineinragte. Dieses Epithelwärzchen bestand aus den beiden Blättern der Hertwig'schen Scheide und einigen darin eingeschlossenen Zellen des stratum intermedium. Weski nimmt nun an, daß diese Wärzchen sich durch Zuwachs an rete Malpighi, also an stratum intermedium, vergrößert. Der weitere Entwicklungsgang ist nach ihm dann folgender: „Die Zellen des inneren Schmelzepithels regen durch Sensibilisierung die Pulpenoberfläche zur Bereitstellung von Odontoblasten und Dentin an; danach wachsen sie sich unter Kompression der kleinen ihnen zur Verfügung stehenden Schmelzpulpa, dargestellt durch das Zellenmaterial des stratum intermedium, zu cylindrischen Ameloblasten und Schmelzprismen aus, sodaß der Schmelztropfen schließlich in einer mehr oder weniger seichten Dentingrube liegt, welche dem Umfange des vergrößerten Wärzchens entspricht." Ebenso werden nun auch die kleinen Schmelzknötchen entstehen, die man manchmal mit den Schmelzspornen vergesellschaftet findet.

Die Genese der kleinen Foramina, die sich in einzelnen Fällen an der Spitze der Sporne finden lassen, d. h. nur wenn der Sporn bis zur Mitte der Bifurkatio verläuft, kann man sich leicht erklären. Man stelle sich vor: Die Epithelzapfen, die bei der Wurzelbildung in die Zahnpapille hineinwachsen, kommen nicht ganz zur Vereinigung; ihre Enden ragen dann zunächst frei in die Pulpa, während sie sich allerdings später zu den Epithelringen, die das Wurzeldentin bilden lassen, vereinigen. An der Stelle aber, an der sie sich zuerst nicht getroffen haben, bleibt eine kurze Strecke von der Dentinbildung unberührt, die sich auch später nicht ganz schließt und uns dann als Foramen erscheint, das die Pulpa mit dem Periodontium verbindet.

Interessant wäre vielleicht eine kurze Darstellung einer statistischen Untersuchung, die Prof. Weski in Berlin anstellte. Er untersuchte 475 Molaren an hauptsächlich afrikanischen Schädeln des Berliner anatomischen Institutes und kam dabei zu dem Ergebnis, daß 3,8 % der Molaren lange Schmelzsporne aufwies. Eine Untersuchung an 48 extrahierten Backenzähnen

der Berliner Bevölkerung brachte das wesentlich höhere Resultat von 32 %. Die Untersuchung des Materials der hiesigen Klinik, das Prof. Dr. Münch mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, ergab einen bedeutend geringeren Prozentsatz. Ich muß allerdings dazu erwähnen, daß die Zähne schon auf andere Schmelzanomalien — Perlen und Tropfen — untersucht waren. Ein großer Teil der Molaren zeigte zwar über der Bifurkationsfurche stärker ausgeprägte Vorsprünge der Kronenschmelzlinie, doch liegt der Prozentsatz für wirklich echte, lange Schmelzsporne nur rund bei 1,5 %. Wenn Weski für die Berliner Bevölkerung 32 % angibt, so glaube ich, vermuten zu dürfen, daß er eine nicht sehr scharfe Grenze zwischen stärker ausgeprägten Konvexitäten der Schmelzkappe und den wahren Schmelzspornen gezogen hat.

Wir haben im vorhergehenden nun zwei Möglichkeiten für die Entwicklung eines Schmelzspornes kennen gelernt; für welche wir uns endgültig entschließen, mag aus den mikroskopischen Befunden an Längenschliffen hervorgehen. Doch bevor wir uns anhand von Mikroaufnahmen hierüber Klarheit zu schaffen suchen, halte ich es für zweckentsprechend, den normalen Kronenschmelz einer genauen mikroskopischen Betrachtung zu unterziehen.

Wir sehen bei schärfster Einstellung eine fast einheitliche, strukturlose Schicht, die von unendlich vielen Querstreifen durchsetzt ist; diese Streifen stellen die Begrenzungslinien der Grundbestandteile des Schmelzes, der Schmelzprismen, dar. Man hat dem einzelnen Schmelzkörper den Namen „Prisma“ gegeben, weil er im Querschliff die Form eines Sechseckes wiedergibt. Diese Prismen stehen normalerweise senkrecht auf der Zahnbeinoberfläche und verlaufen ununterbrochen bis zur Peripherie der Schmelzkappe. Abweichungen kommen natürlich an den Fissuren usw. vor. Die zunehmende Flächenausdehnung von der Dentingrenze zur Schmelzoberfläche wird durch Volumenzunahme der Prismen und der interprismatischen Substanz ausgeglichen (Port-Euler). Diese interprismatische Substanz, deren Vorhandensein von verschiedenen Autoren geleugnet wird, wird von anderen als Kittsubstanz bezeichnet, weil man annimmt, daß sie die einzelnen Prismen untereinander verkittet. Walkhoff verwirft diese Ansicht aber vollkommen; er sagt: „Das, was v. Ebner als Kittsubstanz beschrieben hat, ist keine Kittsubstanz, sondern eine minder verkalkte Kortikalschicht der Prismen, in der eine feine Begrenzungslinie zwischen den einzelnen Pris-

men verläuft, die nicht körperlicher Natur ist.“ Er begründet das noch damit, „daß gerade die Zähne die schwächsten seien, die die meiste Kittsubstanz enthielten, während sie ja doch die stärksten sein müßten wegen des gehäuften Auftretens der kittenden Masse zwischen den einzelnen Prismen.“ Danach hätten also die einzelnen Prismen selbst die Fähigkeit, einen so festen Zusammenschluß untereinander zu bilden. Die heute dominierende Ansicht ist aber, daß die Prismen durch eine verkalkte Zwischensubstanz zusammengehalten werden. An der Oberfläche verschmelzen Kittsubstanz und Schmelzprismen zu einer absoluten Gleichheit, die in dem Schmelzoberhäutchen, cuticula dentis genannt, ihren Abschluß findet. Dieses Schmelzoberhäutchen stellt die verhornten Überreste der Schmelzepithelien dar; man kann es an den Seitenflächen der Zähne manchmal unverletzt vorfinden, während es auf der Kaufläche durch den Antagonisten bald zerstört wird.

Was uns ferner im Schmelz besonders interessiert, das sind die Streifen des Retzius. Sie verlaufen im Kronenschmelz parallel der Dentingrenze, an den Seitenflächen im spitzen Winkel zur Zahnbeinoberfläche. Viel ist um ihr Wesen und ihre Genese gestritten worden; so glaubten Hannover, Czermak, Wedl und Hertz, daß es sich bei diesen Streifen um eine Pigmentablagerung handele, Baume und v. Ebner wiesen aber nach, „daß die Streifen durch lufthaltige Hohlräume hervorgerufen würden“, und sie widerlegten damit die Pigmenttheorie; auch Walkhoff beweist, daß es sich nicht um eine Pigmentablagerung handelt, weil die Streifen nur im durchfallenden Lichte bräunlich, im auffallenden aber weiß erscheinen. Außerdem kommt nach Walkhoff's Ansicht eine wirkliche Pigmentablagerung als Ausscheidung von Zellen in menschlichen Zähnen gar nicht vor. Retzius selbst, Linderer und Koelliker sahen die Streifenbildung aber schon als Folge einer schichtenweisen Ablagerung mehr oder weniger gut verkalkter Schmelzpartien an. v. Ebner glaubt allerdings, daß es sich nur um eine weniger gute Verkalkung der interprismatischen Substanz handelt; nach Walkhoff sind aber auch die Zentralkörper, die Schmelzprismen, und nicht nur die Kortikalschichten bzw. die Kittsubstanz bei der Bildung der Streifen des Retzius beteiligt.

Zum Schluß sei noch der Schreger'schen Streifen und der Schmelzlamellen gedacht. Die Schreger'schen Streifen verlaufen über den Dentinhöckern gradlinig, an den Seiten des Zahnes dagegen ziehen sie in einem zum Zahnhals gerichteten

Bogen zur Schmelzoberfläche. Nach v. Ebner und Koelliker entstehen sie durch Kreuzungen von Prismengürteln, nach Walkhoff spielen nicht allein Kreuzungen, sondern auch Knikkungen von Schmelzprismenbündeln eine Rolle. Er sagt: „Der Kampf um den gegebenen Raum innerhalb des Schmelzorganes, welchen die formierenden Zellen auszufechten hatten, spielt dabei eine Hauptrolle.“ Die Schmelzlamellen, deren Genese und Existenz heute noch viel umstritten, bzw. geleugnet wird, stellen unverkalkte, mehr oder weniger verhornte organische Bestandteile dar, die von der Dentingrenze bis zur Schmelzoberfläche ziehen. Bei Säureeinwirkung zeigen sie ähnliche Beschaffenheit wie das Schmelzoberhäutchen (Münch).

Wir haben uns kurz die normale Schmelzhistologie ins Gedächtnis zurückgerufen; im folgenden sollen dann die Abweichungen von der Norm beschrieben werden, die ich in Längsschliffen von Molaren gefunden habe, die mit einem Schmelzsporn behaftet waren, und inwiefern diese Abweichungen für die Möglichkeit sprechen, daß der Schmelzsporn durch ein überaus starkes Mitgezogenwerden des stratum intermedium von den Epithelzapfen entstanden sein kann.

Zu diesem Zwecke betrachten wir im Mikroskop zunächst vor allem die Übergangsstellen des normalen Schmelzrandes in den Schmelzsporn. An allen Präparaten tritt hier etwas Auffallendes zutage; man hat nämlich bei kleiner Vergrößerung sofort den Eindruck, als ob es sich bei der Bildung des Spornes um eine sekundäre Schmelzanlagerung handele, die den Rand des Kappenschmelzes zum Teil noch überlagert und bis in die Bifurationsstelle herab reicht. Bei stärkerer Vergrößerung macht sich eine Begrenzungslinie bemerkbar, die entsprechend dem normalen Schmelzrand verläuft, auf deren einen Seite die Schmelzstruktur ziemlich normal ist, während die andere zur Oberfläche hin, also der eigentliche Ansatz des Spornes, Wirbelbildungen, Abknickungen und Verschiebungen der Schmelzprismen zur Wurzelspitze hin zeigt. Einen solchen typischen Fall zeigt uns die nächste Abbildung.

Verfolgen wir an diesem Präparat den seitlichen Kronenschmelz weiter nach unten zum Schmelzrand hin, so finden wir sehr regelmäßige, gut verkalkte Prismenstruktur. Plötzlich aber zeigt sich an der Oberfläche eine starke, fast rechtwinkelige Abknickung der Prismen zur Wurzelspitze. Im weiteren Verlauf zieht die Verbindungslinie der Scheitelpunkte der Abknickungswinkel von der Schmelzoberfläche durch die ganze Schmelzschicht bis zur Dentingrenze hin. Diese jähe

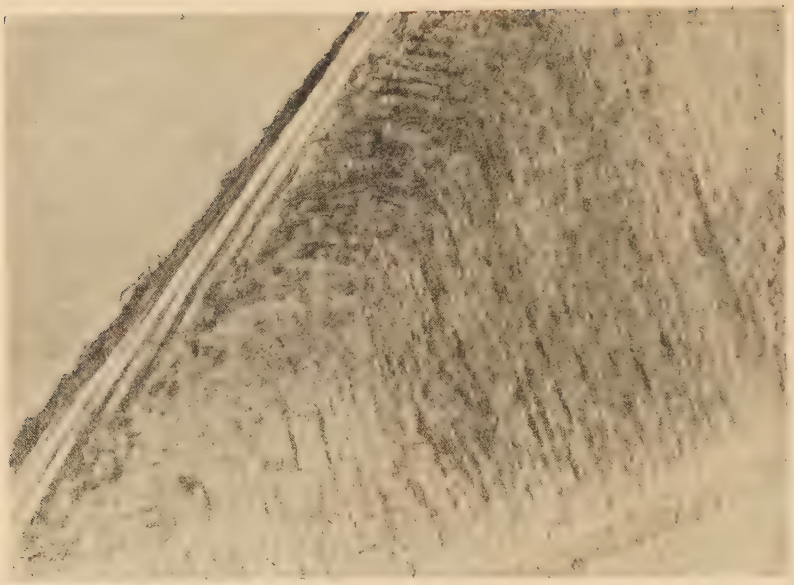

Abb. 3. Die Aufnahme zeigt den Übergang des Kronenschmelzes in den Schmelzsporn; man achte auf die Abknickung der Prismen und auf die feinlinierte, strukturlose Schmelzschicht am äußeren Rande.

Anomalie der Bildung kann nach meinem Dafürhalten nur dadurch zustande gekommen sein, daß die Prismen in einem Stadium, in dem sie erst bis zu ihrem jetzigen Scheitelpunkte fest verkalkt waren, einer plötzlichen Zugwirkung nach unten gefolgt sind. Den gleichen Eindruck erweckt auch die feine Linienführung in der äußersten strukturlosen Schmelzschicht, die an diesen Präparaten gerade an den Ansatzstellen des Spornes zu beachten sind. Was könnte nun anderes diese Zugwirkung verursacht haben als die Epithelzapfen, die in ihrer speziellen Wachstumsenergie bei der Wurzelbildung das stratum intermedium an diesen Stellen mit in die Papille gerissen haben! Die strukturlose Schicht nimmt die erste kurze Strecke des eigentlichen Spornes für sich allein ein, während weiter unten der Belag sich wieder verdickt und, wenn auch sehr unregelmäßig, doch Prismenstruktur zeigt. Man kann diese Tatsache vielleicht so erklären, daß an der betreffenden Stelle, d. h. an der strukturlosen Strecke, das stratum intermedium die inneren Epithelzellen zwar zur Ablagerung von

schmelzartiger Hartsubstanz veranlaßt hat, daß die Zellen selbst aber infolge des fortdauernden, langsamen Tiefenwachstums keine Zeit fanden, sich zu Ameloblasten und damit zu Schmelzprismen auszuwachsen. Später, als das Wachstum des Epithelspornes dann sistierte, konnten sich natürlich in aller Ruhe die inneren Epithelzellen zu Ameloblasten und Schmelzprismen auswachsen. Darauf beruht dann sicherlich die Struktur und Verdickung der unteren Abschnitte des Schmelzspornes, wie man es an fast allen Präparaten beobachten kann. Die feinen Linien in der strukturlosen Schicht würden ungefähr den Streifen des Retzius entsprechen. Die Sporne selbst reichen, wie es die Übersichtsaufnahme auch zeigt, sehr weit in die Bifurkation herab; ihre Spitzen sind in manchen Fällen von Zement überlagert oder gehen auch direkt in das Dentin über, während die Zementablagerung erst weiter unten beginnt.

Ich will nun noch kurz auf die Histologie der Sporne selbst eingehen; im wesentlichen zeigen die Präparate alle dasselbe Bild. Der Bau des Schmelzes ist sehr verworren; man sieht quer, längs und schräg geschliffene Prismen. Die Verkalkung im Sporn ist im allgemeinen wesentlich schlechter als im Schmelz der Kronenkappe. Die Retzius'schen Streifen gehen hier in Flächen über, die oft den ganzen Sporn durch-

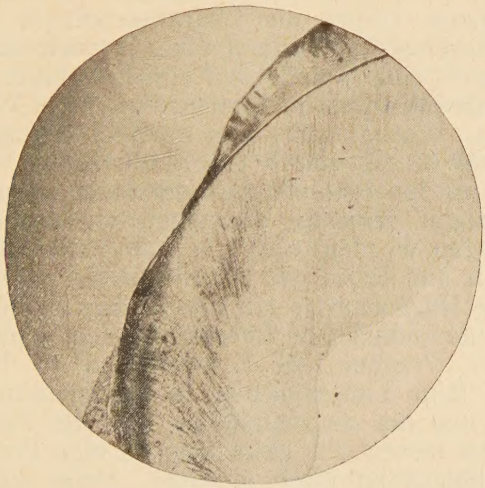

Abb. 4. Die Übersichtsaufnahme eines Schmelzspornes; an diesem Sporn ist die Spitze mit Zement überlagert, was nicht immer der Fall ist.

setzen. Auffallend ist in manchen Präparaten, daß sie in der mittleren Zone des Schmelzspornes unregelmäßige, kommaförmige, schwarze Stellen zeigen, die zuerst den Eindruck „kolbenförmiger Fortsätze“ machen. Bei schärfster Einstellung und genauester Betrachtung kann man aber keine Verbindung mit den Dentinkanälchen feststellen. Zum Teil verbreitern sie sich kelchförmig zur Oberfläche hin und gehen dann in schlecht verkalkte Schmelzpartien über. Ich möchte fast annehmen, daß es sich bei diesen Erscheinungen um nicht verkalkte Ameloblastenkörper handelt.

Als besondere Eigentümlichkeit eines meiner Präparate soll noch erwähnt werden, daß der Schmelz des Spornes durch faserige Gebilde, die zum Teil vom Dentin aus die ganze Schmelzschicht durchdringen, in mehrere Felder eingeteilt ist. Diese Fasern scheinen eine ernährende Funktion gehabt zu haben, weil die ihnen benachbarten Prismen gut verkalkt sind, während die entfernteren Zonen sich als braune, weniger gut verkalkte Flächen abheben.

Zusammenfassend will ich zum Abschluß meiner Aufgabe noch einmal die Befunde, die zweifellos für die zweite Entwicklungsmöglichkeit der Schmelzsporne sprechen, kurz darlegen.

1. Die Entstehung der zackenartigen Schmelzvorsprünge, wie sie de Jonge-Cohen als Charakteristikum der Wurzelbildung beschrieben haben, und die wir noch als normal bezeichnen, beruht ohne Zweifel auf einem weniger starken Mitgezogen werden des stratum intermedium beim Wachstum der Epithelzapfen. Warum sollte nun nicht in seltenen Fällen infolge der Zugwirkung durch die Epithelzapfen des stratum intermedium an den Seitenflächen der Molaren sehr stark gedehnt oder sogar zerrissen und dann mit in die Bifurkation ganz eingezogen werden!

2. Gestalt und Form der Sporne lassen nach meiner Ansicht gewisse Rückschlüsse auf deren Entwicklung zu.

3. Die mikroskopischen Befunde an den Schliffen, die Abknickung der Prismen am Schmelzrand in Richtung der Sporne, die feine Linienführung in den strukturlosen Übergangsstellen und der unregelmäßige Bau der Prismen in den Spornen selbst lassen sich unbedingt als eine Folge der zweiten Entwicklungsmöglichkeit ansehen. Denn wie ließen sich diese Tatsachen erklären, wenn man der Theorie Weski's über die Histogenese der Sporne beipflichten würde?

Endgültige Klarheit hierüber könnte vielleicht einmal ein Zufallsbefund an einem Molarenkeim im Stadium der Wurzelbildung schaffen, an dem sich wirklich nachweisen ließe, ob das stratum intermedium in dem Epithelsporn durch Zellenzuwachs von den beiden Blättern der Epithelscheide neu entstanden oder von den Seitenflächen des Zahnkeimes mit in die Tiefe gezerrt ist.

---

Zum Schlusse möchte ich meinem geschätzten Lehrer Herrn Prof. Dr. J. Münch für die freundliche Überlassung des Themas meinen allerherzlichsten Dank aussprechen.

**Ehrenwörtliche Versicherung.**

Ich versichere hiermit unter Ehrenwort, daß ich vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer den angegebenen Quellen keine Literatur benützt habe.

Franz Krüsselmann.

---

## Literatur-Verzeichnis.

Weski und Contreras: Befunde und Vorgänge im Interradikulärraume mehrwurzeliger Zähne. (Vierteljahrsschrift 1924).

De Jonge-Cohen: Die Kronenwurzelgrenze der unteren Zähne. (Anatomische Hefte 1919).

Walkhoff: Die normale Histologie der menschlichen Zähne.

Eidmann: Die Entwicklungsgeschichte der Zähne.

Münch: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde.

Preyer: Dissertation: Über Schmelztropfen.

---

# Lebenslauf.

Ich, Franz Krüsselmann, wurde am 17. Juni 1907 in Ahausen bei Bersenbrück als Sohn des Kaufmanns Bernhard Krüsselmann und seiner Ehefrau Bernhardine geb. Niemann geboren. Von meinem 6. bis zum 11. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule in Ahausen. Im Jahre 1918 kam ich zur Rektoratsschule in Bersenbrück, von wo ich Ostern 1924 zum humanistischen Gymnasium „Carolinum“ zu Osnabrück überging. Hier erhielt ich am 4. März 1928 das Reifezeugnis. Ab Sommersemester 1928 studierte ich an der Universität Würzburg. Ende des Sommersemesters 1929 legte ich hier die zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand, ohne meinen Studienort gewechselt zu haben, im Herbst 1931 das zahnärztliche Staatsexamen.

Würzburg, im Februar 1932.